

## **VÝSKYT INKLÚZIÍ ZACHYTENÝCH V KERAMICKÝCH LISOVANÝCH FILTROCH**

### **PRESENCE OF INCLUSION TRAPPED IN KERAMIC PRESSED FILTERS**

V. MAGÁT<sup>1</sup>, D. BOLIBRUCHOVÁ<sup>2</sup>, M. PASTIRČÁKOVÁ<sup>3</sup>

**ABSTRACT:** In last few years was published many articles about filtration, but many of those articles are advertising stuff. However, the influence of filtration question is not answered. Influence of filtration proved on tensile properties and mikrostruktury. The aim of this article is analyse of presence of inclusion in top, middle and bottom part of filter and causes of their ceration.

**ABSTRAKT:** V posledných rokoch bolo publikovaných mnoho článkov zaoberajúcich sa filtráciou, ale veľké množstvo z týchto článkov je reklamného charakteru. Otázka účinnosti filtrácie však stále nie je plne zodpovedaná. Tento článok sa zoberá rozborom výskytu inklúzií vo vrchnej, strednej a spodnej časti filtra a príčinami ich vzniku.

**KEY WORDS:** filter, filtration, aluminium alloy

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** filter, filtrácia, hliníková zliatina

### **1 ÚVOD**

Zvyšovanie nárokov na kvalitu odliatkov, zmetkovitosť a celkové znižovanie nákladov na výrobu, vedie k využívaniu takých zlievarenských postupov a technológií, ktoré tieto nároky spĺňajú. Jednou z možností ako dosahovať vyššiu kvalitu odliatkov a tým znižovať zmetkovitosť je využívanie účinných rafinačných procesov. Medzi tieto rafinačné procesy v posledných rokoch neodmysliteľne patrí využívanie keramických lisovaných filtrov vo vtokovej sústave taveniny.

Filtrácia je definovaná ako proces separácie nekovových vrtrúsenín od taveniny, pričom nekovové vrtrúseniny sú zachytávané vo vnútri filtra a tavenina voľne prechádza do dutiny formy. Filtre môžu dopĺňať a v niektorých prípadoch aj nahrádzať časti vtokovej sústavy. Väčšina prác a príspevkov, ktoré sa zaoberajú účinnosťou filtrácie sú komerčného charakteru, preto je ich objektívnosť diskutabilná. Z dôvodu nejednotnosti názorov na účinnosť filtrov cieľom tohto príspevku je rozbor schopnosti keramických lisovaných filtrov zachytávať inklúzie v hliníkovej zliatine a rozbor ich výskytu v jednotlivých častiach filtra.

### **2 EXPERIMENTÁLNE PRÁCE**

Pre experimentálne tavby bol použitý materiál: AlSi12MgMn (STN 42 4330).

<sup>1</sup> Ing. Vladimír Magát – Katedra technnologickeho inžinierstva, SjF, ŽU Žilina

<sup>2</sup> doc. Ing. Dana Bolibruchová, Ph.D. – Katedra technnologickeho inžinierstva, SjF, ŽU Žilina

<sup>3</sup> Ing. Martina Pastirčáková – Katedra technnologickeho inžinierstva, SjF, ŽU Žilina

Zliatina AlSi12MgMn má mimoriadne výborné mechanické vlastnosti, dobrú odolnosť voči korózii a dobré zlievarenské vlastnosti. Vďaka týmto vlastnostiam je vhodná na výrobu tenkostenných odliatkov v automobilovom priemysle a leteckom priemysle. Chemické zloženie použitej zliatiny je uvedené v **Tab. 1**.

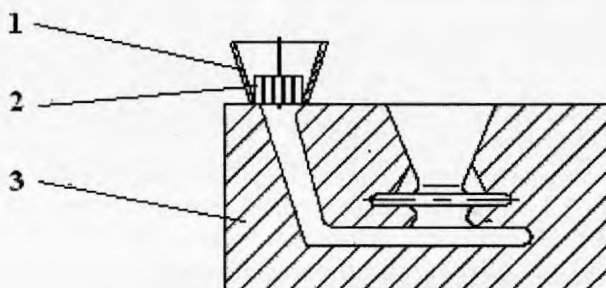
**Tab. 1** – Chemické zloženie skúmanej zliatiny.

Prvok	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Pb	Sn	Ti
[%]	11,28	0,1971	0,0026	0,2316	0,3313	<0,0016	0,0411	<0,0024	0,021

Pri experimentálnych prácach bol použitý keramický lisovaný filter. Charakteristika filtra je uvedená v **Tab.2** a umiestnenie filtra bolo vo vtokovej jamke podľa **Obr. 1**.

**Tab. 2** – Rozmery použitého filtra.

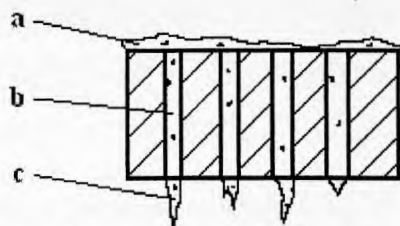
Hrúbka filtra [mm]	Počet otvorov	Priemer otvorov [mm]	Celková plocha otvorov [mm <sup>2</sup> ]
10	314	2,2 <sup>±0,15</sup>	1194



**Obr. 1** – Umiestnenie filtra vo vtokovej sústave. 1 – nálevka, 2 – filter, 3 – kovová forma.

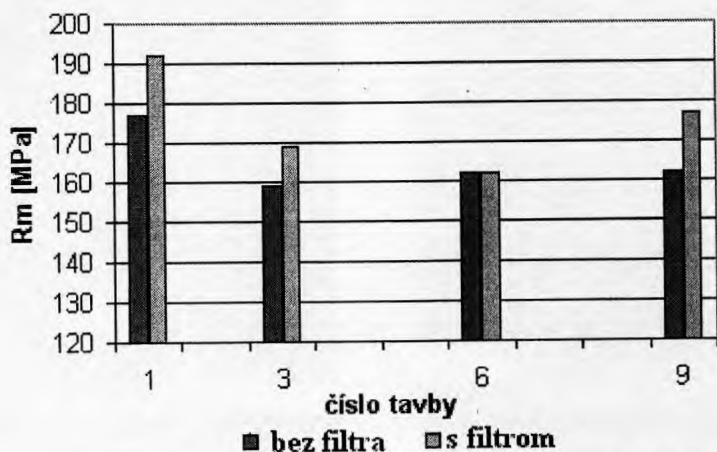
Vzorky boli odlievané pri teplote 730°C do kovovej formy. Hliníková tavenina bola viacnásobne pretavená z dôvodu rozboru vplyvu pretavovania na čistotu zliatiny, tj. regulované znečistenie. Zliatina bola podrobená filtrovaniu v 1, 3, 6, a 9 tavbe.

Po stuhnutí taveniny a odstránení nálevky boli filtre pripravené k odberu vzoriek. Vzorky pre pozorovanie mikroštruktúry boli opatrne vyberané z vrchnej, strednej a spodnej časti filtra ako je to znázornené na **Obr. 2**.

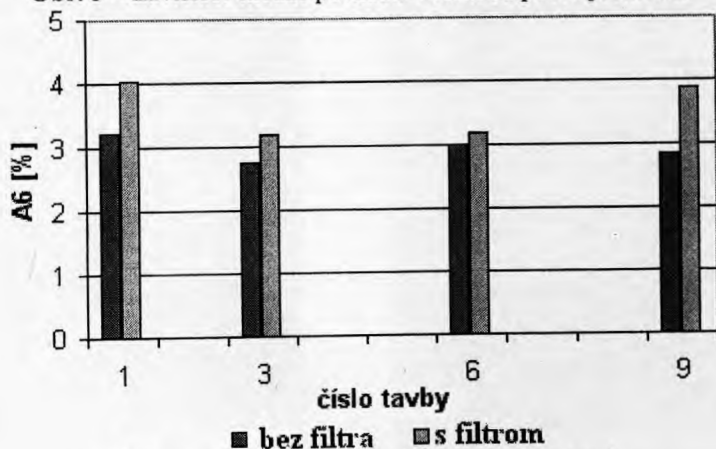


**Obr. 2** – Miesta odberu vzoriek. a – vrch filtra, b – stred filtra, c – spodok filtra.

Z uvedených tabieb boli uskutočnené skúšky mechanických vlastností, ktorých výsledky udáva Obr. 3 a Obr. 4. Skúšobné tyčky, ktoré boli pri experimente použité, boli pre porovnanie účinnosti filtrácie odlievané s použitím a bez použitia keramického lisovaného filtra.



Obr. 3 – Závislosť medze pevnosti v ťahu od počtu pretavení.



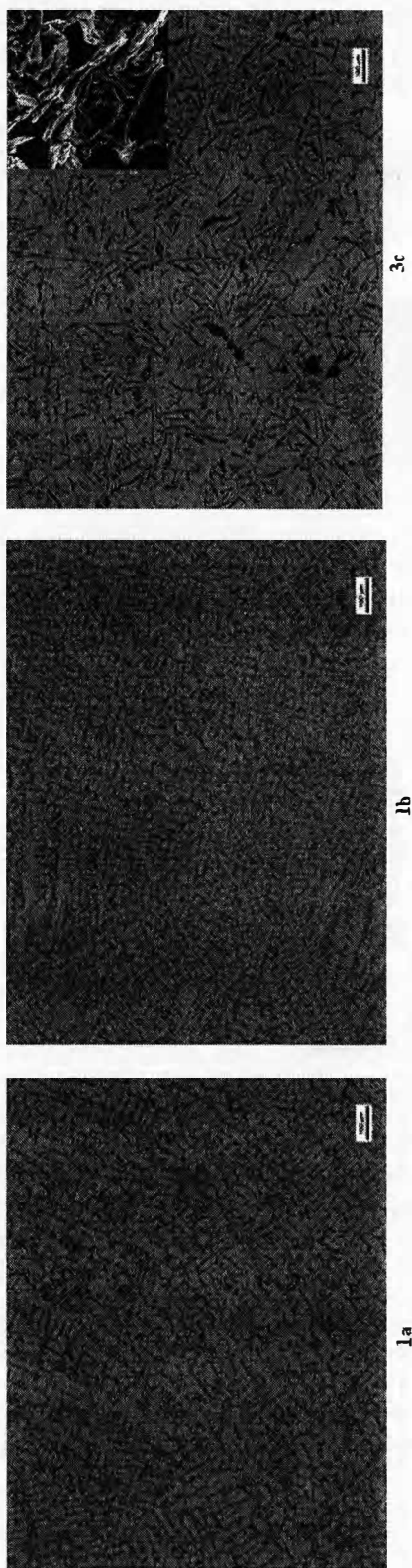
Obr. 4 – Závislosť ťažnosti od počtu pretavení.

Mikroštruktúra jedenkrát pretavených vzoriek, ktoré boli odobrané z vrchnej (Obr. 5 – 1a) a strednej časti filtra (Obr. 5 – 1b) je charakterom usporiadania a veľkosťou štruktúrnych zložiek rovnaká. Vyznačuje sa jemnými dendritmi alfa fázy a malými ihlicami eutektického kremíka. U vzorky ktorá bola odobraná zo spodnej časti filtra (Obr. 5 – 1c) je evidentná nerovnomerná štruktúra alfa fázy a zväčšenie ihlíc kremíka. V hornej časti snímky sa nachádza vzhľad eutektického kremíka, získaného pomocou hlbokého leptania. V pozorovaných miestach neboli zreteľné žiadne inklúzie.

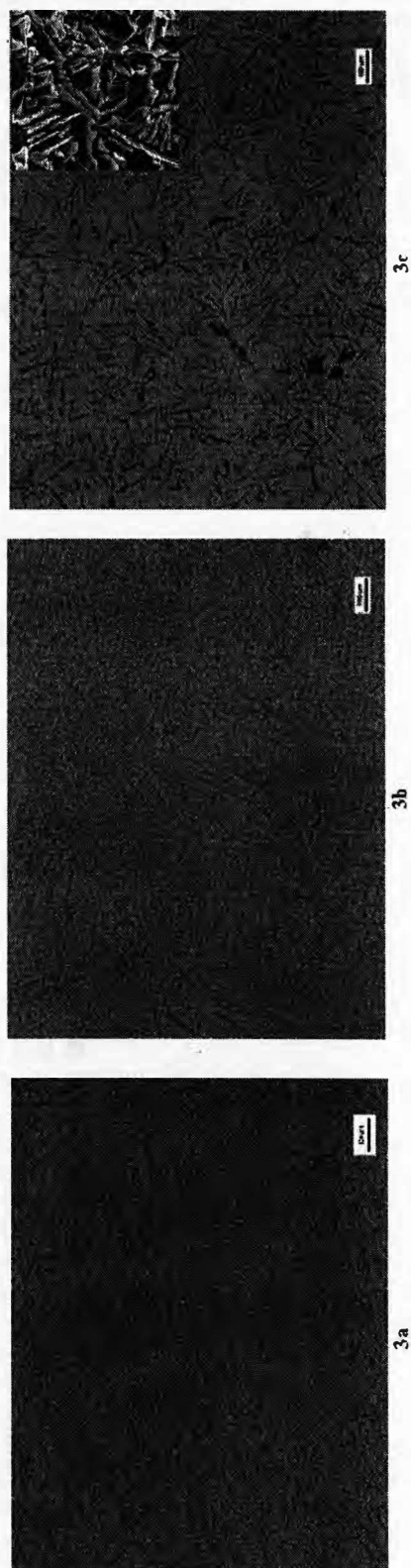
V prípade trikrát pretavenej zliatiny došlo k malému zjemneniu štruktúry, čo je zrejme zo snímky mikroštruktúry zo strednej časti filtra (Obr. 6 – 3b). Za filtrom došlo k opätovnému zhrubnutiu dendritov alfa fázy a ihlíc eutektického kremíka.

Na snímke šesťkrát pretavenej zliatiny (Obr. 7 – 6a) je viditeľná inklúzia, ktorá svojim charakterom zodpovedá oxidickej blane zachytenej na vstupe do filtračného média. Snímka zo spodnej časti filtra je podobná ako štruktúra z Obr. 5 – 1c a Obr. 6 – 3c.

Zreteľná inklúzia sa nachádza aj na snímke v spodnej časti filtra (Obr. 7 – 9a) deväťkrát pretavenej zliatiny. Keďže sa nachádza za filtrom, mohla vzniknúť v dôsledku reoxidačných procesov.

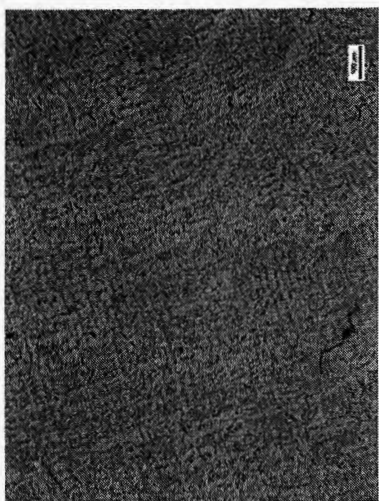


Obr. 5 – Mikroštruktúra zliatiny z prvej tavby.

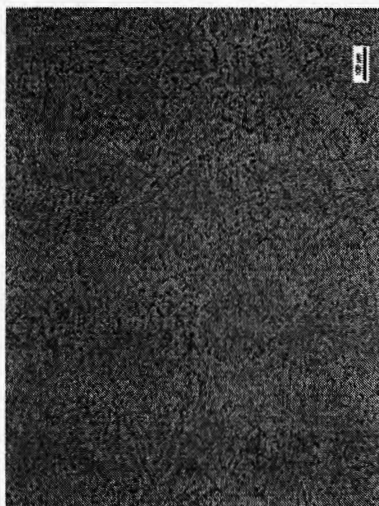


Obr. 6 – Mikroštruktúra zliatiny z tretej tavby.

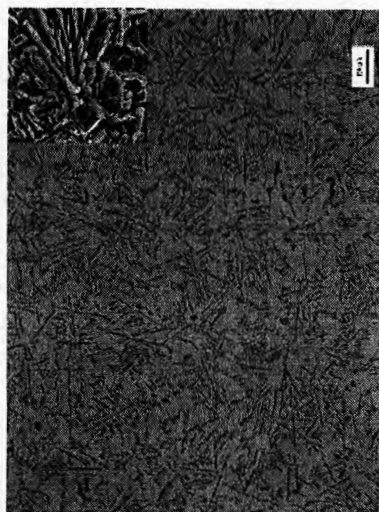




6a

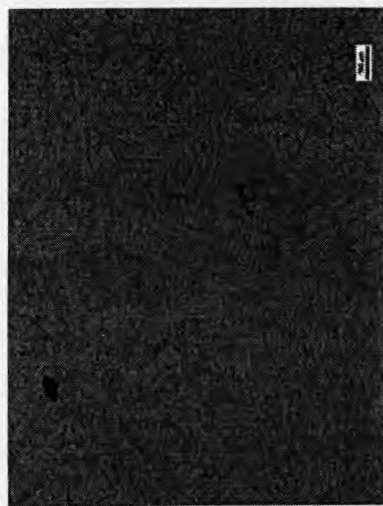


9b

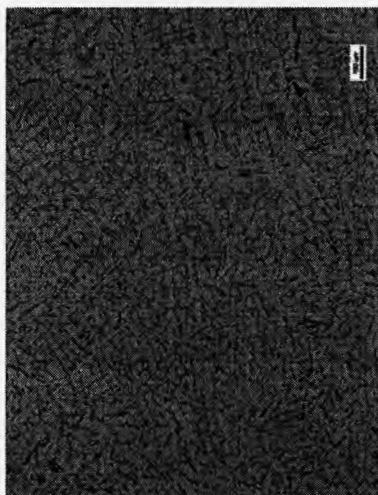


6c

Obr. 7 – Mikroštruktúra zliatiny z šiestej tavby.



9a



6b



9c

Obr. 8 – Mikroštruktúra zliatiny z deviatej tavby.

### 3 ZÁVER

Pozorovaním vzoriek zhotovených z vrchnej časti filtra nebol zaznamenaný výrazný výskyt inklúzií, čo nepotvrďuje teóriu o vzniku filtračného koláča na vstupe do filtra. Pozorované miesta však nemuseli zasahovať do oblasti filtračného koláča, v dôsledku čoho na snímkach nie sú zreteľné. Filtrácia zliatiny sa priaznivo prejavila na mechanických vlastnostiach, v prípade medze pevnosti aj ťažnosti došlo k nárastu charakteristík oproti vzorkám z nefiltrovannej taveniny. Zhrubnutie dendritov alfa fázy sa vysvetľuje tým, že zliatina tuhla v keramickom prostredí filtra, čo ovplyvnilo jej štruktúru. Naopak z pozorovaní snímok eutektického kremíka získaného pomocou hlbokého leptania vyplýva, že s vyšším číslom tavby dochádzalo k zmenšovaniu jeho veľkosti. Aj keď nebola potvrdená teória o vzniku filtračného koláča, z výsledkov mechanických skúšok je zrejmé, že filtrácia priaznivo pôsobí na mechanické charakteristiky zliatin.

### 4 LITERATÚRA

- [1] BOLIBRUCHOVÁ, D.; TILLOVÁ, E.: Zlievarenské zliatiny Al-Si., 1. vyd. EDIS – ŽU v Žiline, 2005
- [2] FUOCO, R.; CORREA, E. R.; BASTOS, M. A.; ESCUDERO, L. S.: Characterization of Some Types of Oxide Inclusions in Aluminium Alloy Castings. AFS Transactions, n.85, 1999, s. 287 - 284
- [3] BECHNÝ, L.; VRÁBEL, S.: Filtrácia materiálov na odliatky Na odliatky. 1. vyd. EDIS Žilina, 2000.
- [4] BRUNA, M.; KANTORÍK, R.; BOLIBRUCHOVÁ, D.: Komplexné metalografické hodnotenie hliníkovej zliatiny po filtrácii., Slévarenství, 2008, č.7-8, s. 337-339. ISSN 0037-6825

*Táto práca vznikla v rámci grantového projektu KEGA č. 3/5197/07, KEGA č. 1/0684/08 a VEGA č. 1/4098/07.*